

DOCKET NO.: 214810US0PCT

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: ITO Yasutaka et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP01/00889

INTERNATIONAL FILING DATE: February 8, 2001

FOR: CERAMIC SUBSTRATE FOR A SEMICONDUCTOR-PRODUCING/EXAMINING  
DEVICE

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**  
**AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that  
the applicant claims as priority:

**COUNTRY**  
Japan

**APPLICATION NO**  
2000-30896

**DAY/MONTH/YEAR**  
08 February 2000

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the  
International Bureau in PCT Application No. PCT/JP01/00889.

Respectfully submitted,  
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Norman F. Oblon  
Attorney of Record  
Registration No. 24,618  
Surinder Sachar  
Registration No. 34,423



22850

(703) 413-3000  
Fax No. (703) 413-2220  
(OSMMN 1/97)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

PCT/JP01/00889

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

02.03.01	
REC'D 20 APR 2001	
WIPO	PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 2月 8日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-030896

JP01/889

出 願 人  
Applicant(s):

イビデン株式会社

EKW

09/926296

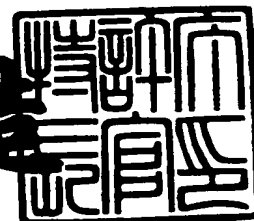
PRIORITY  
DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

09/926296

2001年 4月 6日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3026414

【書類名】 特許願

【整理番号】 H11YASE007

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/66

【発明者】

【住所又は居所】 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1-1 イビデン株式会社内

【氏名】 伊藤 康隆

【発明者】

【住所又は居所】 岐阜県揖斐郡揖斐川町北方 1-1 イビデン株式会社内

【氏名】 平松 靖二

【特許出願人】

【識別番号】 000000158

【氏名又は名称】 イビデン株式会社

【代表者】 岩田 義文

【代理人】

【識別番号】 100086586

【弁理士】

【氏名又は名称】 安富 康男

【選任した代理人】

【識別番号】 100104813

【弁理士】

【氏名又は名称】 古谷 信也

【選任した代理人】

【識別番号】 100108431

【弁理士】

【氏名又は名称】 村上 加奈子

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 033891

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705255

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 セラミック基板

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 セラミック基板の表面または内部に導電体を有するセラミック基板において、

前記セラミック基板は酸素を含有し、そのセラミック基板は円板状であり、その直径は 2 5 0 m m を超え、その厚さは 2 5 m m 以下であることを特徴とするセラミック基板。

【請求項 2】 前記セラミック基板は、窒化物セラミックまたは酸化物セラミックからなる請求項 1 に記載のセラミック基板。

【請求項 3】 前記導電体は、セラミック基板のウエハの処理面の反対側面から厚さ方向に 6 0 % の位置までの領域に形成されている請求項 1 に記載のセラミック基板。

【請求項 4】 セラミック基板の表面に導電体を有するセラミック基板において前記セラミック基板は円板状であり、その直径は 2 5 0 m m を超え、その厚さは 2 5 m m 以下であることを特徴とするセラミック基板。

【請求項 5】 前記セラミック基板は、酸素含有の窒化物セラミックまたは酸化物セラミックである請求項 4 に記載のセラミック基板。

【請求項 6】 前記セラミック基板は、ウエハの処理面の反対側面に導電体が形成されている請求項 4 に記載のセラミック基板。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、主に、ホットプレート（セラミックヒータ）、静電チャック、ウエハプローバなど、半導体の製造用や検査用の装置として用いられるセラミック基板に関する。

【0 0 0 2】

【従来技術】

エッチング装置や、化学的気相成長装置等を含む半導体製造、検査装置等におい

ては、従来、ステンレス鋼やアルミニウム合金などの金属製基材を用いたヒータや、ウエハプローバ等が用いられてきた。

しかしながら、金属製のヒータでは温度制御特性が悪く、また厚みも厚くなるため重く嵩張るという問題があり、腐食性ガスに対する耐蝕性も悪いという問題を抱えていた。

#### 【0003】

このような問題を解決するため、金属製のものに代えて、窒化アルミニウムなどのセラミックを使用したヒータが開発されてきた。

このようなセラミックヒータでは、セラミック基板自体の剛性が高いため、その厚さを余り厚くしなくても、基板の反り等を防止することができるという利点を有しており、ウエハプローバや静電チャックには特に好適である。

#### 【0004】

また、近年、半導体ウエハが大型化し、その直径が大きくなるに従い、この半導体ウエハの製造や検査に用いる静電チャック等においては、大型化した半導体ウエハを載置するため、セラミック基板の直径を大きくしなければならず、例えば特開平11-74064号公報などには、直径300mm、厚さ17mmの窒化アルミニウムセラミックからなるホットプレートが開示されている。

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0005】

このように静電チャック等が大型化すると、半導体素子等の製造の際に要求されるセラミック基板の昇温特性や均熱性が低下してしまうという問題があった。

#### 【0006】

#### 【課題を解決するための手段】

本発明者らは上記問題を解決するために鋭意研究した結果、その直径が250mmを超えるような大型のセラミック基板の昇温特性や均熱性が低下する理由として、セラミック基板の熱容量が大きくなるためであることを知見するとともに、セラミック基板に酸素を含有させることにより焼結性を向上させてセラミック粒子間の熱伝導の障壁を小さくし、かつ、その厚さを25mm以下に調整して、熱容量そのものを小さくすることにより、昇温特性や均熱性を改善できることを知

見した。

また、その直径が250mmを超えるような大型のセラミック基板では、その厚さを25mm以内に調整すると、高温で反りが発生しやすくなるが、導電体をセラミック基板のウエハの処理面の反対側面から厚さ方向に60%の位置に形成し、さらにセラミック自体を酸素を含有する窒化物セラミックまたは酸化物セラミックにすることでほぼ完全に反りを無くすることができることを知見し、本発明を完成させた。

#### 【0007】

さらに、円板状のセラミック基板の直径が250mmを超える場合に、セラミック基板の熱容量を小さくするためにその厚さを25mm以下に調整することになるが、その場合に、抵抗発熱体をセラミック基板の内部に設けると加熱面との距離がその分短くなり、抵抗発熱体のパターンに相似した温度分布が発生してしまう。そこで、抵抗発熱体などの導電体をセラミック基板の裏側に設けることで加熱面と抵抗発熱体との距離を確保することができ、昇温特性、均熱性を向上させることができることを知見し、本発明を完成させた。

また、セラミック基板の厚さを25mm以下に調整すると高温で反りが発生しやすくなるが、本発明ではこのような反りをも防止することができる。

なお、特開平11-74064号公報には、直径300mm、厚さ17mmの窒化アルミニウムセラミックからなるホットプレートが開示されているが、高温での反りの問題については記載も、示唆もされておらず、従って、上記公報は、本発明の新規性、進歩性を阻却するものではない。

#### 【0008】

第一の本発明は、セラミック基板の表面または内部に導電体を有するセラミック基板において、上記セラミック基板は酸素を含有し、そのセラミック基板は円板状であり、その直径は250mmを超え、その厚さは25mm以下であることを特徴とするセラミック基板である。

第二の本発明は、セラミック基板の表面に導電体を有するセラミック基板において上記セラミック基板は円板状であり、その直径は250mmを超え、その厚さは25mm以下であることを特徴とするセラミック基板である。



上記第一の本発明と第二の本発明では、導電体の形成位置が異なり、酸素を含有するか否かが異なるが、その他の構成要件は、同一であるので、以下においては、二つの発明を合わせて、その内容を説明することにする。

#### 【0009】

##### 【発明の実施の形態】

本発明のセラミック基板は、セラミック基板の内部または表面に導電体を有するセラミック基板において、そのセラミック基板は円板状であり、その直径は250mmを超え、その厚さは25mm以下であることを特徴とする。上記セラミック基板は、酸素を含有しているか、または、酸素を含有していることが好ましい。

#### 【0010】

本発明のセラミック基板においては、上記セラミック基板の直径を250mmを超える大型のものとする一方、その厚さを25mm以下に調整して全体の重量の増加を抑えているので、セラミック基板の熱容量が大きくなりすぎるのを防止することができ、半導体ウエハの加工等において支障のない程度に均一な温度分布を有するセラミック基板とすることができる。

#### 【0011】

セラミック基板の厚さが25mmを超えると、セラミック基板の熱容量が大きくなり、特に、温度制御手段を設けて加熱、冷却すると、熱容量の大きさに起因して温度追従性が低下してしまう。

セラミック基板の厚さは、10mm以下、特に5mm以下がより望ましい。10mmを超えると、200℃以上での熱容量が大きくなり、温度制御性、半導体ウエハを載置する面の温度均一性が低下しやすくなる。

なお、本発明のセラミック基板では、半導体ウエハをセラミック基板の一面に接触させた状態で載置するほか、半導体ウエハを支持ピンなどで支持し、セラミックス基板との間に一定の間隔を保って保持する場合もある（図9参照）。このような半導体ウエハの載置・保持面を、以下においては、ウエハ処理面と表現する。

#### 【0012】

セラミック基板の直径が250mmを超えるものとしているのは、半導体ウエハの直径は、10インチ以上が主流となり、セラミック基板にも大型化が求められているからである。上記セラミック基板は、12インチ(300mm)以上であることが望ましい。次世代の半導体ウエハの主流となるからである。また、セラミック基板の直径が250mmを超えるものは高温で自重等により反りが発生しやすくなる。このような反りは25mm以下のセラミックで顕著である。本発明では、このような高温での反りが発生しやすいセラミックの特定領域に導電体を設けることでこのような反りを防止することができるのである。

#### 【0013】

上記導電体は、セラミック基板のウエハの処理面の反対側面から厚さ方向に60%の位置までの領域または上記反対側面に設けることが望ましい。反りは、自重により発生するか、または、ウエハプローバの場合は、プローブの圧力により発生する。このため、反りが発生する場合は、ウエハ処理面の反対側面に引っ張りの力が働くことになるが、本発明では導電体を設けることでこの引っ張りの力に抗することができ、反りを防止することができる。

上記導電体としては、導電性セラミック、金属箔、金属焼結体、金属線などが挙げられる。

金属は一般に高温になってもヤング率が低下しにくく、高温領域でセラミックのヤング率が低下しても、金属箔、金属焼結体、金属線などが存在することにより、全体のヤング率低下を防止することができ、また、上記導電性セラミックも、導電性であるが故に金属と類似の結合構造や結晶構造を持つため、高温でのヤング率が低下しにくく、セラミック基板の高温での反り防止が可能になる。

#### 【0014】

また、上記導電体が抵抗発熱体として機能する場合は、セラミック基板のウエハ処理面の反対側面から厚さ方向に50%の位置までの領域または上記反対側面に設けることが望ましい。これは、発熱体からセラミック基板の内部を通してウエハ処理面に熱が伝達される場合、セラミック基板中で拡散して均熱化するためであり、ウエハ処理面と発熱体との距離は大きい方がウエハ処理面の表面温度を均一化しやすいからである。

## 【0015】

また、本発明の半導体装置用セラミック基板では、25～800℃までの温度範囲におけるヤング率が280GPa以上であるセラミック基板を使用することが望ましい。

ヤング率が280GPa未満であると、剛性が低すぎるため、加熱時の反り量を小さくすることが困難となり、その反りに起因して、半導体ウエハが破損する場合があるからである。

## 【0016】

本発明では、気孔が全く存在しないか、気孔が存在する場合はその最大気孔の気孔径は50 $\mu$ m以下であることが望ましい。

気孔が存在しない場合は、高温での耐電圧が特に高くなり、逆に気孔が存在する場合は、破壊靱性値が高くなる。このためどちらの設計にするかは、要求特性によって変わるのである。

気孔の存在によって破壊靱性値が高くなる理由が明確ではないが、クラックの進展が気孔によって止められるからであると推定している。

## 【0017】

本発明では、最大気孔の気孔径が50 $\mu$ m以下であることが望ましい。最大気孔の気孔径が50 $\mu$ mを超えると高温、特に200℃以上での耐電圧特性を確保できなくなるからである。

最大気孔の気孔径は10 $\mu$ m以下であることがより望ましい。200℃以上での反り量が小さくなるからである。

気孔率や最大気孔の気孔径は、焼結時の加圧時間、圧力、温度、SiCやBNなどの添加物で調整する。SiCやBNは焼結を阻害するため、気孔を導入させることができる。

## 【0018】

最大気孔の気孔径の測定は、試料を5個用意し、その表面を鏡面研磨し、2000から5000倍の倍率で表面を電子顕微鏡で10箇所撮影することにより行う。そして、撮影された写真で最大の気孔径を選び、50ショットの平均を最大気孔の気孔径とする。

上記窒化物セラミック基板は、0.05～10重量%の酸素を含有していることが望ましい。0.05重量%未満では、耐電圧を確保することができず、また、高温での反りを防ぐことができず、逆に10重量%を超えると酸化物の高温での耐電圧特性の低下により、耐電圧はやはり低下してしまうからであり、また、酸素量が10重量%を超えると熱伝導率が低下して昇温降温特性が低下するからである。特に0.1～5重量%が最適である。

#### 【0019】

酸素は、原料を空気中あるいは酸素中で加熱するか、あるいは焼結助剤を添加することで導入することができる。

また、酸素含有のセラミック（酸素含有窒化物セラミック、酸化物セラミック）は高温で反りが発生しにくい。

気孔率は、アルキメデス法により測定する。焼結体を粉砕して有機溶媒中あるいは水銀中に粉砕物を入れて体積を測定し、粉砕物の重量と体積から真比重を求め、真比重と見かけの比重から気孔率を計算するのである。

#### 【0020】

本発明のセラミック基板を構成するセラミック材料は特に限定されるものではなく、例えば、窒化物セラミック、炭化物セラミック、酸化物セラミック等が挙げられる。

#### 【0021】

上記窒化物セラミックとしては、金属窒化物セラミック、例えば、窒化アルミニウム、窒化ケイ素、窒化ホウ素、窒化チタン等が挙げられる。

また、上記炭化物セラミックとしては、金属炭化物セラミック、例えば、炭化ケイ素、炭化ジルコニウム、炭化チタン、炭化タンタル、炭化タングステン等が挙げられる。

#### 【0022】

上記酸化物セラミックとしては、金属酸化物セラミック、例えば、アルミナ、ジルコニア、コージェライト、ムライト等が挙げられる。

これらのセラミックは単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

#### 【0023】

これらのセラミックの中では、窒化物セラミック、酸化物セラミックが好ましい。高温で反りが発生しにくいからである。

また、窒化物セラミックの中では窒化アルミニウムが最も好適である。熱伝導率が  $180 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  と最も高いからである。

#### 【0024】

本発明においては、セラミック基板中に焼結助剤を含有することが望ましい。

焼結助剤としては、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物、希土類酸化物を使用することができ、これらの焼結助剤のなかでは、特に  $\text{CaO}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{Li}_2\text{O}$ 、 $\text{Rb}_2\text{O}_3$  が好ましい。また、アルミナを使用してもよい。これらの含有量としては、0.1～20重量%が望ましい。

#### 【0025】

本発明では、セラミック基板中に  $50 \sim 5000 \text{ ppm}$  のカーボン含有していることが望ましい。

カーボン含有させることにより、セラミック基板を黒色化することができ、ヒータとして使用する際に輻射熱を充分に利用することができるからである。

カーボンは、非晶質のものであっても、結晶質のものであってもよい。非晶質のカーボンを使用した場合には、高温における体積抵抗率の低下を防止することができ、結晶質のものを使用した場合には、高温における熱伝導率の低下を防止することができるからである。従って、用途によっては、結晶質のカーボンと非晶質のカーボンの両方を併用してもよい。また、カーボンの含有量は、 $200 \sim 2000 \text{ ppm}$  がより好ましい。

#### 【0026】

セラミック基板にカーボン含有させる場合には、その明度が JIS Z 8721 の規定に基づく値で N4 以下となるようにカーボン含有させることが望ましい。この程度の明度を有するものが輻射熱量、隠蔽性に優れるからである。

#### 【0027】

ここで、明度の N は、理想的な黒の明度を 0 とし、理想的な白の明度を 10 とし、これらの黒の明度と白の明度との間で、その色の明るさの知覚が等歩度となるように各色を 10 分割し、N0～N10 の記号で表示したものである。

実際の明度の測定は、N 0 ～ N 1 0 に対応する色票と比較して行う。この場合の小数点 1 位は 0 または 5 とする。

#### 【 0 0 2 8 】

本発明のセラミック基板は、半導体の製造や半導体の検査を行うための装置に用いられるセラミック基板であり、具体的な装置としては、例えば、静電チャック、ウエハプロバ、ホットプレート、サセプタ等が挙げられる。

#### 【 0 0 2 9 】

図 1 は、本発明のセラミック基板の一実施形態である静電チャックの一例を模式的に示した縦断面図であり、図 2 は、図 1 に示した静電チャックにおける A - A 線断面図であり、図 3 は、図 1 に示した静電チャックにおける B - B 線断面図である。

#### 【 0 0 3 0 】

この静電チャック 1 0 1 では、平面視円形状のセラミック基板 1 の内部に、チャック正極静電層 2 とチャック負極静電層 3 とからなる静電電極層が埋設されている。また、静電チャック 1 0 1 上には、シリコンウエハ 9 が載置され、接地されている。

#### 【 0 0 3 1 】

この静電電極層上に、該静電電極層を被覆するように形成されたセラミック層は、シリコンウエハを吸着するための誘電体膜として機能するので、以下においては、セラミック誘電体膜 4 ということとする。

#### 【 0 0 3 2 】

図 2 に示したように、チャック正極静電層 2 は、半円弧状部 2 a と櫛歯部 2 b とからなり、チャック負極静電層 3 も、同じく半円弧状部 3 a と櫛歯部 3 b とからなり、これらのチャック正極静電層 2 とチャック負極静電層 3 とは、櫛歯部 2 b 、 3 b を交差するように対向して配置されており、このチャック正極静電層 2 およびチャック負極静電層 3 には、それぞれ直流電源の + 側と - 側とが接続され、直流電圧  $V_2$  が印加されるようになっている。

#### 【 0 0 3 3 】

また、セラミック基板 1 の内部には、シリコンウエハ 9 の温度をコントロールす

るために、図3に示したような平面視同心円形状の抵抗発熱体5が設けられており、抵抗発熱体5の両端には、外部端子ピン6が接続、固定され、電圧 $V_1$ が印加されるようになっている。図1、2には示していないが、このセラミック基板1には、図3に示したように、測温素子を挿入するための有底孔11とシリコンウエハ9を支持して上下させる支持ピン（図示せず）を挿通するための貫通孔12が形成されている。なお、抵抗発熱体5は、セラミック基板の底面に形成されていてもよい。また、セラミック基板1には、必要に応じてRF電極が埋設されていてもよい。

#### 【0034】

この静電チャック101を機能させる際には、チャック正極静電層2とチャック負極静電層3とに直流電圧 $V_2$ を印加する。これにより、シリコンウエハ9は、チャック正極静電層2とチャック負極静電層3との静電的な作用によりこれらの電極にセラミック誘電体膜4を介して吸着され、固定されることとなる。このようにしてシリコンウエハ9を静電チャック101上に固定させた後、このシリコンウエハ9に、CVD等の種々の処理を施す。

#### 【0035】

上記静電チャックは、静電電極層と抵抗発熱体とを備えており、例えば、図1～3に示したような構成を有するものである。以下においては、上記静電チャックを構成する各部材で、上記セラミック基板の説明で記載していないものについて、説明していくことにする。

#### 【0036】

上記静電電極上のセラミック誘電体膜4は、セラミック基板のほかの部分と同じ材料からなることが望ましい。同じ工程でグリーンシート等を作製することができ、これらを積層した後、一度の焼成でセラミック基板を製造することができるからである。

#### 【0037】

上記セラミック誘電体膜は、セラミック基板のほかの部分と同様に、カーボンを含有していることが望ましい。静電電極を隠蔽することができ、輻射熱を利用することができるからである。

また、上記セラミック誘電体膜は、アルカリ金属酸化物、アルカリ土類金属酸化物、希土類酸化物を含んでいることが望ましい。これらは、焼結助剤等の働きをし、高密度の誘電体膜を形成することができるからである。

#### 【0038】

上記セラミック誘電体膜の厚さは、 $50 \sim 5000 \mu\text{m}$ であることが望ましい。上記セラミック誘電体膜の厚さが $50 \mu\text{m}$ 未満であると、膜厚が薄すぎるために十分な耐電圧が得られず、シリコンウエハを載置し、吸着した際にセラミック誘電体膜が絶縁破壊する場合があります。一方、上記セラミック誘電体膜の厚さが $5000 \mu\text{m}$ を超えると、シリコンウエハと静電電極との距離が遠くなるため、シリコンウエハを吸着する能力が低くなってしまいうからである。セラミック誘電体膜の厚さは、 $100 \sim 1500 \mu\text{m}$ がより好ましい。

#### 【0039】

セラミック基板内に形成される静電電極としては、例えば、金属または導電性セラミックの焼結体、金属箔等が挙げられる。金属焼結体としては、タングステン、モリブデンから選ばれる少なくとも1種からなるものが好ましい。金属箔も、金属焼結体と同じ材質からなることが望ましい。これらの金属は比較的酸化しにくく、電極として十分な導電性を有するからである。また、導電性セラミックとしては、タングステン、モリブデンの炭化物から選ばれる少なくとも1種を使用することができる。

#### 【0040】

図4および図5は、他の静電チャックにおける静電電極を模式的に示した水平断面図であり、図4に示す静電チャック20では、セラミック基板1の内部に半円形状のチャック正極静電層22とチャック負極静電層23が形成されており、図5に示す静電チャックでは、セラミック基板1の内部に円を4分割した形状のチャック正極静電層32a、32bとチャック負極静電層33a、33bが形成されている。また、2枚の正極静電層22a、22bおよび2枚のチャック負極静電層33a、33bは、それぞれ交差するように形成されている。

なお、円形等の電極が分割された形態の電極を形成する場合、その分割数は特に限定されず、5分割以上であってもよく、その形状も扇形に限定されない。



## 【 0 0 4 1 】

抵抗発熱体は、図 1 に示したように、セラミック基板の内部に設けてもよく、セラミック基板の底面に設けてもよい。抵抗発熱体を設ける場合は、静電チャックを嵌め込む支持容器に、冷却手段としてエアー等の冷媒の吹きつけ口などを設けてもよい。

## 【 0 0 4 2 】

抵抗発熱体としては、例えば、金属または導電性セラミックの焼結体、金属箔、金属線等が挙げられる。金属焼結体としては、タングステン、モリブデンから選ばれる少なくとも 1 種が好ましい。これらの金属は比較的酸化しにくく、発熱するに十分な抵抗値を有するからである。

## 【 0 0 4 3 】

また、導電性セラミックとしては、タングステン、モリブデンの炭化物から選ばれる少なくとも 1 種を使用することができる。

さらに、セラミック基板の底面に抵抗発熱体を形成する場合には、金属焼結体としては、貴金属（金、銀、パラジウム、白金）、ニッケルを使用することが望ましい。具体的には銀、銀－パラジウムなどを使用することができる。

上記金属焼結体に使用される金属粒子は、球状、リン片状、もしくは球状とリン片状の混合物を使用することができる。

## 【 0 0 4 4 】

金属焼結体中には、金属酸化物を添加してもよい。上記金属酸化物を使用するのは、セラミック基板と金属粒子を密着させるためである。上記金属酸化物により、セラミック基板と金属粒子との密着性が改善される理由は明確ではないが、金属粒子の表面はわずかに酸化膜が形成されており、セラミック基板は、酸化物の場合は勿論、非酸化物セラミックである場合にも、その表面には酸化膜が形成されている。従って、この酸化膜が金属酸化物を介してセラミック基板表面で焼結して一体化し、金属粒子とセラミック基板とが密着するのではないかと考えられる。

## 【 0 0 4 5 】

上記金属酸化物としては、例えば、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素（B

$\text{ZrO}_2$ 、アルミナ、イットリア、チタニアから選ばれる少なくとも1種が好ましい。これらの酸化物は、抵抗発熱体の抵抗値を大きくすることなく、金属粒子とセラミック基板との密着性を改善できるからである。

【0046】

上記金属酸化物は、金属粒子100重量部に対して0.1重量部以上10重量部未満であることが望ましい。この範囲で金属酸化物を用いることにより、抵抗値が大きくなりすぎず、金属粒子とセラミック基板との密着性を改善することができるからである。

【0047】

また、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素 ( $\text{B}_2\text{O}_3$ )、アルミナ、イットリア、チタニアの割合は、金属酸化物の全量を100重量部とした場合に、酸化鉛が1～10重量部、シリカが1～30重量部、酸化ホウ素が5～50重量部、酸化亜鉛が20～70重量部、アルミナが1～10重量部、イットリアが1～50重量部、チタニアが1～50重量部が好ましい。但し、これらの合計が100重量部を超えない範囲で調整されることが望ましい。これらの範囲が特にセラミック基板との密着性を改善できる範囲だからである。

【0048】

抵抗発熱体をセラミック基板の底面に設ける場合は、抵抗発熱体の表面は、金属層で被覆されていることが望ましい。抵抗発熱体は、金属粒子の焼結体であり、露出していると酸化しやすく、この酸化により抵抗値が変化してしまう。そこで、表面を金属層で被覆することにより、酸化を防止することができるのである。

【0049】

金属層の厚さは、0.1～10  $\mu\text{m}$ が望ましい。抵抗発熱体の抵抗値を変化させることなく、抵抗発熱体の酸化を防止することができる範囲だからである。

被覆に使用される金属は、非酸化性の金属であればよい。具体的には、金、銀、パラジウム、白金、ニッケルから選ばれる少なくとも1種以上が好ましい。なかでもニッケルがさらに好ましい。抵抗発熱体には電源と接続するための端子が必要であり、この端子は、半田を介して抵抗発熱体に取り付けるが、ニッケルは半田の熱拡散を防止するからである。接続端子としては、コパール製の端子ピンを使

用することができる。

【0050】

なお、抵抗発熱体をヒータ板内部に形成する場合は、抵抗発熱体表面が酸化されることがないため、被覆は不要である。抵抗発熱体をヒータ板内部に形成する場合、抵抗発熱体の表面の一部が露出していてもよい。

【0051】

抵抗発熱体として使用する金属箔としては、ニッケル箔、ステンレス箔をエッチング等でパターン形成して抵抗発熱体としたものが望ましい。

パターン化した金属箔は、樹脂フィルム等ではり合わせてもよい。

金属線としては、例えば、タングステン線、モリブデン線等が挙げられる。

【0052】

本発明のセラミック基板の表面および内部に導電体が配設され、上記内部の導電体が、ガード電極またはグランド電極のいずれか少なくとも一方である場合には、上記セラミック基板は、ウエハプローバとして機能する。

【0053】

図6は、本発明のウエハプローバの一実施形態を模式的に示した断面図であり、図7は、図6に示したウエハプローバにおけるA-A線断面図である。

このウエハプローバ201では、平面視円形状のセラミック基板43の表面に平面視同心円形状の溝47が形成されるとともに、溝47の一部にシリコンウエハを吸引するための複数の吸引孔48が設けられており、溝47を含むセラミック基板43の大部分にシリコンウエハの電極と接続するためのチャックトップ導体層42が円形状に形成されている。

【0054】

一方、セラミック基板43の底面には、シリコンウエハの温度をコントロールするために、図3に示したような平面視同心円形状の発熱体49が設けられており、発熱体49の両端には、外部端子ピン（図示せず）が接続、固定されている。また、セラミック基板43の内部には、ストレイキャパシタやノイズを除去するために平面視格子形状のガード電極45とグランド電極46（図7参照）とが設けられている。ガード電極45とグランド電極46の材質は、静電電極と同様の

ものでよい。

【0055】

上記チャックトップ導体層42の厚さは、1～20 $\mu$ mが望ましい。1 $\mu$ m未満では抵抗値が高くなりすぎて電極として働かず、一方、20 $\mu$ mを超えると導体の持つ応力によって剥離しやすくなってしまうからである。

【0056】

チャックトップ導体層42としては、例えば、銅、チタン、クロム、ニッケル、貴金属（金、銀、白金等）、タングステン、モリブデンなどの高融点金属から選ばれる少なくとも1種の金属を使用することができる。

【0057】

このような構成のウエハプローバでは、その上に集積回路が形成されたシリコンウエハを載置した後、このシリコンウエハにテストピンを持つプローブカードを押しつけ、加熱、冷却しながら電圧を印加して導通テストを行うことができる。

【0058】

次に、本発明のセラミック基板の製造方法に関し、静電チャックの製造方法を一例として、図8（a）～（d）に示した断面図に基づき説明する。

【0059】

（1）まず、酸化物セラミック、窒化物セラミック、炭化物セラミックなどのセラミックの粉体をバインダおよび溶剤と混合して混合組成物を調製した後、成形を行うことにより、グリーンシート50を作製する。カーボンを含む場合には、目的とする特性に応じて、上記結晶質カーボンまたは非晶質カーボンを使用し、その量を調節する。

上述したセラミック粉体としては、例えば、窒化アルミニウム、炭化ケイ素などを使用することができ、必要に応じて、イットリアなどの焼結助剤などを加えてもよい。

【0060】

カーボンとして非晶質カーボンを使用する場合には、非晶質カーボンを製造しておくことが望ましいが、グリーンシート中に非晶質カーボンとなるものを混合してもよい。例えば、C、H、Oだけからなる炭化水素、好ましくは糖類（ショ糖

やセルロース)を、空气中、300～500℃で焼成することにより、純粋な非晶質カーボンを製造することができる。結晶質カーボンとしては、結晶質のカーボンブラックやグラファイトを粉砕したものをを用いることができる。

#### 【0061】

後述する静電電極層印刷体51が形成されたグリーンシートの上に積層する数枚または1枚のグリーンシート55は、セラミック誘電体膜となる層であるので、目的等により、その組成をセラミック基板と異なる組成としてもよい。

また、まず先にセラミック基板を製造しておき、その上に静電電極層を形成し、さらにその上にセラミック誘電体膜を形成することもできる。

#### 【0062】

また、バインダとしては、アクリル系バインダ、エチルセルロース、ブチルセロソルブ、ポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

さらに、溶媒としては、 $\alpha$ -テルピネオール、グリコールから選ばれる少なくとも1種が望ましい。

これらを混合して得られるペーストをドクターブレード法でシート状に成形してグリーンシート50を作製する。

#### 【0063】

グリーンシート50に、必要に応じてシリコンウエハの支持ピンを挿入する貫通孔や熱電対を埋め込む凹部を設けておくことができる。貫通孔や凹部は、パンチングなどで形成することができる。

グリーンシート50の厚さは、0.1～5mm程度が好ましい。

#### 【0064】

(2)次に、グリーンシート50に静電電極層や抵抗発熱体となる導体ペーストを印刷する。

印刷は、グリーンシート50の収縮率を考慮して所望のアスペクト比が得られるように行い、これにより静電電極層印刷体51、抵抗発熱体層印刷体52を得る。

印刷体は、導電性セラミック、金属粒子などを含む導電性ペーストを印刷することにより形成する。

## 【0065】

これらの導電性ペースト中に含まれる導電性セラミック粒子としては、タングステンまたはモリブデンの炭化物が最適である。酸化しにくく、熱伝導率が低下しにくいからである。

また、金属粒子としては、例えば、タングステン、モリブデン、白金、ニッケルなどを使用することができる。

## 【0066】

導電性セラミック粒子、金属粒子の平均粒子径は0.1～5  $\mu\text{m}$ が好ましい。これらの粒子は、大きすぎても小さすぎても導体用ペーストを印刷しにくいからである。

## 【0067】

このようなペーストとしては、金属粒子または導電性セラミック粒子85～97重量部、アクリル系、エチルセルロース、ブチルセロソルブおよびポリビニルアルコールから選ばれる少なくとも1種のバインダ1.5～10重量部、 $\alpha$ -テルピネオール、グリコール、エチルアルコールおよびブタノールから選ばれる少なくとも1種の溶媒を1.5～10重量部混合して調製した導体用ペーストが最適である。

さらに、パンチング等で形成した孔に、導体用ペーストを充填してスルーホール印刷体53、54を得る。

## 【0068】

(3) 次に、図8(a)に示すように、印刷体51、52、53、54を有するグリーンシート50と、印刷体を有さないグリーンシート50とを積層する。静電電極層印刷体51が形成されたグリーンシート上には、数枚または1枚のグリーンシート50'を積層する。抵抗発熱体形成側に印刷体を有さないグリーンシート50を積層するのは、スルーホールの端面が露出して、抵抗発熱体形成の焼成の際に酸化してしまうことを防止するためである。もしスルーホールの端面が露出したまま、抵抗発熱体形成の焼成を行うのであれば、ニッケルなどの酸化しにくい金属をスパッタリングする必要があり、さらに好ましくは、Au-Niの金ろうで被覆してもよい。

## 【0069】

(4) 次に、図8(b)に示すように、積層体の加熱および加圧を行い、グリーンシートおよび導電ペーストを焼結させる。

加熱温度は、1000～2000℃、加圧は100～200kg/cm<sup>2</sup>が好ましく、これらの加熱および加圧は、不活性ガス雰囲気下で行う。不活性ガスとしては、アルゴン、窒素などを使用することができる。この工程で、スルーホール16、17、チャック正極静電層2、チャック負極静電層3、抵抗発熱体5等が形成される。

## 【0070】

(5) 次に、図8(c)に示すように、外部端子接続のための袋孔13、14を設ける。

袋孔13、14の内壁は、その少なくともその一部が導電化され、導電化された内壁は、チャック正極静電層2、チャック負極静電層3、抵抗発熱体5等と接続されていることが望ましい。

## 【0071】

(6) 最後に、図8(d)に示すように、袋孔13、14に金ろうを介して外部端子6、18を設ける。さらに、必要に応じて、有底孔12を設け、その内部に熱電対を埋め込むことができる。

## 【0072】

半田は銀-鉛、鉛-スズ、ビスマス-スズなどの合金を使用することができる。なお、半田層の厚さは、0.1～50μmが望ましい。半田による接続を確保するに十分な範囲だからである。

## 【0073】

なお、上記説明では静電チャック101(図1参照)を例にしたが、ウエハプローバを製造する場合には、例えば、静電チャックの場合と同様に、初めに抵抗発熱体が埋設されたセラミック基板を製造し、その後、セラミック基板の表面に溝を形成し、続いて、溝が形成された表面部分にスパッタリングおよびめっき等を施して、金属層を形成すればよい。

## 【0074】

## 【実施例】

以下、本発明をさらに詳細に説明する。

(実施例1～3) ホットプレート (図9参照)

(1) 窒化アルミニウム粉末 (トクヤマ社製、平均粒径  $1.1 \mu\text{m}$ ) 100重量部、酸化イットリウム ( $\text{Y}_2\text{O}_3$  : イットリア、平均粒径  $0.4 \mu\text{m}$ ) 4重量部、アクリル系樹脂バインダ 11.5重量部を混合し、六角柱の成形型に入れて窒素雰囲気中、 $1890^\circ\text{C}$ 、圧力  $150 \text{ kg/cm}^2$  の条件で3時間ホットプレスして窒化アルミニウム焼結体を得た。

この窒化アルミニウム焼結体を円板状に加工し、また、表面研磨量を変えることにより、直径  $280 \text{ mm}$ 、厚さ  $19 \text{ mm}$  (実施例1)、直径  $310 \text{ mm}$ 、厚さ  $5 \text{ mm}$  (実施例2)、直径  $350 \text{ mm}$ 、厚さ  $3 \text{ mm}$  (実施例3) のセラミック基板を得た。

(2) 上記(1)で得たセラミック基板91の底面91aに、スクリーン印刷にて導体ペーストを印刷した。印刷パターンは、図3に示したような同心円状のパターンとした。

導体ペーストとしては、プリント配線板のスルーホール形成に使用されている徳力化学研究所製のソルベストPS603Dを使用した。

## 【0075】

この導体ペーストは、銀-鉛ペーストであり、銀100重量部に対して、酸化鉛(5重量%)、酸化亜鉛(55重量%)、シリカ(10重量%)、酸化ホウ素(25重量%) およびアルミナ(5重量%) からなる金属酸化物を7.5重量部含むものであった。また、銀粒子は、平均粒径が  $4.5 \mu\text{m}$  で、リン片状のものであった。

## 【0076】

(3) 次に、導体ペーストを印刷した焼結体を  $780^\circ\text{C}$  で加熱、焼成して、導体ペースト中の銀、鉛を焼結させるとともにセラミック基板91に焼き付け、抵抗発熱体92を形成した。銀-鉛の抵抗発熱体92は、厚さが  $5 \mu\text{m}$ 、幅  $2.4 \text{ mm}$ 、面積抵抗率が  $7.7 \text{ m}\Omega/\square$  であった。

(4) 硫酸ニッケル  $80 \text{ g/l}$ 、次亜リン酸ナトリウム  $24 \text{ g/l}$ 、酢酸ナトリ



ウム 12 g / 1、ほう酸 8 g / 1、塩化アンモニウム 6 g / 1 を含む水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に上記 (4) で作製した焼結体を浸漬し、銀-鉛の発熱体 9 2 の表面に厚さ 1  $\mu$  m の金属被覆層 9 2 a (ニッケル層) を析出させた。

#### 【0077】

(5) 電源との接続を確保するための端子を取り付ける部分に、スクリーン印刷により、銀-鉛半田ペースト (田中貴金属製) を印刷して半田層を形成した。

ついで、半田層の上にコバル製端子ピン 9 3 を載置して、420℃で加熱リフローし、端子ピン 9 3 を発熱体 9 2 (金属被覆層 9 2 a) の表面に取り付けた。

(6) 温度制御のための熱電対を有底孔 9 4 に挿入し、ポリイミド樹脂を充填し、190℃で2時間硬化させ、セラミックヒータ 9 0 (図 9 参照) を得た。

#### 【0078】

##### (試験例 1 ~ 3)

直径を 240 mm、厚さを 5 mm (試験例 1)、直径を 310 mm、厚さを 30 mm (試験例 2)、直径を 300 mm、厚さを 17 mm で、 $Y_2O_3$  を添加しない (試験例 3) ように調整した以外は、実施例 1 と同様にしてホットプレートを製造した。

##### (試験例 4 ~ 6)

発熱体を設けず、直径を 240 mm、厚さを 5 mm (試験例 4)、直径を 310 mm、厚さを 30 mm (試験例 5)、直径を 300 mm、厚さを 17 mm (試験例 6) に調整した以外は、実施例 1 と同様にしてホットプレートを製造した。

#### 【0079】

上記実施例 1 ~ 3 および試験例 1 ~ 6 に係るホットプレートについて、下記する方法により 450℃での反り量、昇温時間、表面の温度均一性及び酸素量を調べた。但し、試験例 4 ~ 6 に係るホットプレートでは、反り量のみを調べた。その結果を表 1 に示した。

#### 【0080】

##### (実施例 4 ~ 6) アルミナホットプレート

(1) アルミナ：93重量%、 $\text{SiO}_2$ ：5重量%、 $\text{CaO}$ ：0.5重量%、 $\text{MgO}$ ：0.5重量%、 $\text{TiO}_2$ ：0.5重量%、アクリルバイнда：11.5重量部、分散剤：0.5重量部および1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール53重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法による成形を行って、厚さ0.47mmのグリーンシート50を得た。

(2) 次に、これらのグリーンシートを80℃で5時間乾燥させた後、加工が必要なグリーンシートに対し、パンチングにより直径1.8mm、3.0mm、5.0mmの半導体ウエハ支持ピンを挿入する貫通孔となる部分、外部端子と接続するためのスルーホールとなる部分を設けた。

#### 【0081】

(3) 平均粒子径3 $\mu\text{m}$ のタングステン粒子100重量部、アクリル系バイнда1.9重量部、 $\alpha$ -テルピネオール溶媒3.7重量部および分散剤0.2重量部を混合して導体ペーストBを調製した。

この導電性ペーストBをグリーンシート50にスクリーン印刷で印刷し、導体ペースト層を形成した。印刷パターンは、同心円パターンとした。

#### 【0082】

(4) さらに、外部端子を接続するためのスルーホール用の貫通孔に導体ペーストBを充填した。

抵抗発熱体のパターンが形成されたグリーンシート50に、さらに、タングステンペーストを印刷しないグリーンシート50'を上側（加熱面）に34枚から60枚、下側に13枚から30枚積層し、これらを130℃、80kg/cm<sup>2</sup>の圧力で圧着して積層体を形成した（図8（a））。

#### 【0083】

(5) 次に、得られた積層体を空气中、600℃で5時間脱脂し、1600℃、圧力150kg/cm<sup>2</sup>で2時間ホットプレスし、厚さ3mmのアルミナ板状体を得た。加工条件、研磨条件を変えて、直径280mm、厚さ19mm（実施例4）、直径310mm、厚さ5mm（実施例5）、直径350mm、厚さ3mm（実施例6）のアルミナ製のセラミック基板を得た。これらのセラミック基板は、内部に厚さ6 $\mu\text{m}$ 、幅10mmの抵抗発熱体5を有する。

## 【0084】

(6) 次に、(5) で得られた板状体を、ダイヤモンド砥石で研磨した後、マスクを載置し、SiC等によるブラスト処理で表面に熱電対のための有底孔（直径：1.2mm、深さ：2.0mm）を設けた。

## 【0085】

(7) さらに、スルーホールが形成されている部分をえぐり取って袋孔13、14とし（図8(c)）、この袋孔13、14にNi-Auからなる金ろうを用い、700℃で加熱リフローしてコパール製の外部端子6、18を接続させた（図8(d)）。

なお、外部端子の接続は、タングステンの支持体が3点で支持する構造が望ましい。接続信頼性を確保することができるからである。

(8) 次に、温度制御のための複数の熱電対を有底孔に埋め込み、抵抗発熱体を有するホットプレート製造を完了した。

## 【0086】

## (試験例7～9)

セラミック基板の直径を240mm、厚さを5mm（試験例7）、直径を310mm、厚さを30mm（試験例8）、直径を300mm、厚さを17mmで、窒化アルミニウムを用い、 $Y_2O_3$ を含有しない（試験例9）ように調整した以外は、実施例4～6と同様にしてセラミック基板を製造した。

## 【0087】

## (試験例10～12)

発熱体を設けず、直径を240mm、厚さを5mm（試験例10）、直径を310mm、厚さを30mm（試験例11）、直径を300mm、厚さを17mm（試験例12）に調整した以外は、実施例4～6と同様にしてホットプレートを製造した。

## 【0088】

## (試験例13)

グリーンシート50'を上側（加熱面）に20枚、下側に19枚積層した以外は、実施例5と同様にしてホットプレートを製造した。

## (試験例 14)

グリーンシート 50' を上側 (加熱面) に 10 枚、下側に 29 枚積層した以外は、実施例 5 と同様にしてホットプレートを製造した。

## 【0089】

上記実施例 4～6 および試験例 7～14 に係るホットプレートについて、下記する方法により 450℃での反り量、昇温時間、表面の温度均一性を調べた。但し、試験例 10～12 に係るホットプレートでは、反り量のみを調べた。その結果を表 2 に示した。

## 【0090】

(実施例 7～9) ヒータ付き AlN 製の静電チャック (図 1～3) の製造

(1) 次に、窒化アルミニウム粉末 (トクヤマ社製、平均粒径 1.1  $\mu\text{m}$ ) 100 重量部、イットリア (平均粒径: 0.4  $\mu\text{m}$ ) 1、2、4 重量部、アクリルバインダ 11.5 重量部、分散剤 0.5 重量部および 1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール 53 重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法による成形を行って、厚さ 0.47 mm のグリーンシート 50 を得た。

## 【0091】

(2) 次に、これらのグリーンシート 50 を 80℃で 5 時間乾燥させた後、加工が必要なグリーンシートに対し、パンチングにより直径 1.8 mm、3.0 mm、5.0 mm の半導体ウエハ支持ピンを挿入する貫通孔となる部分、外部端子と接続するためのスルーホールとなる部分を設けた。

## 【0092】

(3) 平均粒子径 1  $\mu\text{m}$  のタングステンカーバイト粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 3.0 重量部、 $\alpha$ -テルピネオール溶媒 3.5 重量部および分散剤 0.3 重量部を混合して導体ペースト A を調製した。

平均粒子径 3  $\mu\text{m}$  のタングステン粒子 100 重量部、アクリル系バインダ 1.9 重量部、 $\alpha$ -テルピネオール溶媒 3.7 重量部および分散剤 0.2 重量部を混合して導体ペースト B を調製した。

この導電性ペースト A をグリーンシート 50 にスクリーン印刷で印刷し、導体ペースト層を形成した。印刷パターンは、同心円パターンとした。また、他のグリ

ーンシート 50 に図 2 に示した形状の静電電極パターンからなる導体ペースト層を形成した。

【0093】

(4) さらに、外部端子を接続するためのスルーホール用の貫通孔に導体ペースト B を充填した。

抵抗発熱体のパターンが形成されたグリーンシート 50 に、さらに、タングステンペーストを印刷しないグリーンシート 50' を上側（加熱面）に 34～60 枚、下側に 13～30 枚積層し、その上に静電電極パターンからなる導体ペースト層を印刷したグリーンシート 50 を積層し、さらにその上にタングステンペーストを印刷していないグリーンシート 50' を 2 枚積層し、これらを 130℃、80 kg/cm<sup>2</sup> の圧力で圧着して積層体を形成した（図 8（a））。

【0094】

(5) 次に、得られた積層体を窒素ガス中、600℃で 5 時間脱脂し、1890℃、圧力 150 kg/cm<sup>2</sup> で 3 時間ホットプレスし、加工条件、研磨条件を変えて、直径 280 mm、厚さ 19 mm（実施例 7）、直径 310 mm、厚さ 5 mm（実施例 8）、直径 350 mm、厚さ 3 mm（実施例 9）の基板とし、内部に厚さ 6 μm、幅 10 mm の抵抗発熱体 5 および厚さ 10 μm のチャック正極静電層 2、チャック負極静電層 3 を有する窒化アルミニウム製の板状体とした（図 8（b））。

【0095】

(6) 次に、（5）で得られた板状体を、ダイヤモンド砥石で研磨した後、マスクを載置し、SiC 等によるブラスト処理で表面に熱電対のための有底孔（直径：1.2 mm、深さ：2.0 mm）を設けた。

【0096】

(7) さらに、スルーホールが形成されている部分をえぐり取って袋孔 13、14 とし（図 8（c））、この袋孔 13、14 に Ni-Au からなる金ろうを用い、700℃で加熱リフローしてコパール製の外部端子 6、18 を接続させた（図 8（d））。

なお、外部端子の接続は、タングステンの支持体が 3 点で支持する構造が望まし

い。接続信頼性を確保することができるからである。

【0097】

(8) 次に、温度制御のための複数の熱電対を有底孔に埋め込み、抵抗発熱体を有する静電チャックの製造を完了した。

【0098】

(試験例15～17)

セラミック基板の直径を240mm、厚さを5mm(試験例15)、直径を310mm、厚さを30mm(試験例16)、直径を300mm、厚さを17mmで $Y_2O_3$ を添加しない(試験例17)ように調整した以外は、実施例7～9と同様にしてセラミック基板を製造した。

【0099】

(試験例18～20)

発熱体を設けず、セラミック基板の直径を240mm、厚さを5mm(試験例18)、直径310mm、厚さを30mm(試験例19)、直径を300mm、厚さを17mm(試験例20)に調整した以外は、実施例7～9と同様にしてセラミック基板を製造した。

【0100】

(試験例21)

グリーンシート50'を上側(加熱面)に20枚、下側に19枚積層した以外は、実施例7～9と同様にしてセラミック基板を製造した。

(試験例22)

グリーンシート50'を上側(加熱面)に10枚、下側に29枚積層した以外は、実施例7～9と同様にしてセラミック基板を製造した。

【0101】

(試験例23)

窒化アルミニウムにイットリアを全く添加しなかった以外は、実施例8と同様にしてセラミック基板を製造した。

(試験例24)

窒化アルミニウムにイットリアを40重量部添加した以外は、実施例8と同様に

してセラミック基板を製造した。

#### 【0102】

上記実施例7～9および試験例15～24に係る静電チャックについて、下記する方法により450℃での反り量、昇温時間、温度均一性および酸素量を調べた。但し、試験例18～20の静電チャックについては、反り量のみを調べた。その結果を表3に示した。

#### 【0103】

##### (実施例10) 静電チャックの製造

(1) 窒化アルミニウム粉末(トクヤマ社製、平均粒径1.1 $\mu$ m)100重量部、イットリア(平均粒径:0.4 $\mu$ m)4重量部、アクリルバイнда11.5重量部、分散剤0.5重量部および、1-ブタノールとエタノールとからなるアルコール53重量部を混合したペーストを用い、ドクターブレード法による成形を行って、厚さ0.47mmのグリーンシートを得た。

#### 【0104】

(2) 次に、これらのグリーンシートを80℃で5時間乾燥させた後、加工が必要なグリーンシートに、パンチングにより直径1.8mm、3.0mm、5.0mmの半導体ウエハ支持ピンを挿入する貫通孔となる部分、外部端子と接続するためのスルーホールとなる部分を設けた。

#### 【0105】

(3) 平均粒子径1 $\mu$ mのタングステンカーバイト粒子100重量部、アクリル系バイнда3.0重量部、 $\alpha$ -テルピネオール溶媒3.5重量部および分散剤0.3重量部を混合して導体ペーストAを調製した。

平均粒子径3 $\mu$ mのタングステン粒子100重量部、アクリル系バイнда1.9重量部、 $\alpha$ -テルピネオール溶媒3.7重量部および分散剤0.2重量部を混合して導体ペーストBを調製した。

この導電性ペーストAをグリーンシートにスクリーン印刷で印刷し、図5に示した形状の静電電極パターンからなる導体ペースト層を形成した。

#### 【0106】

さらに、外部端子を接続するためのスルーホール用の貫通孔に導体ペーストBを

充填した。

静電電極パターンを印刷したグリーンシートに、さらに、タングステンペーストを印刷しないグリーンシートを上側（加熱面）に1枚、下側にグリーンシートを48枚積層し、これらを130℃、80 kg/cm<sup>2</sup>の圧力で圧着して積層体を形成した。

【0107】

（4）次に、得られた積層体を窒素ガス中、600℃で5時間脱脂し、1890℃、圧力150 kg/cm<sup>2</sup>で3時間ホットプレスし、厚さ3 mmの窒化アルミニウム板状体を得た。これを300 mmの円板状に切り出し、内部に厚さ10 μmのチャック正極静電層2およびチャック負極静電層3を有する窒化アルミニウム製の板状体とした。

【0108】

（5）上記（4）で得た板状体の底面にマスクを載置し、SiC等によるブラスト処理で表面に熱電対のための凹部（図示せず）等を設けた。

【0109】

（6）次に、ウエハ処理面の反対側面に抵抗発熱体を印刷した。印刷は導電ペーストを用いた。導電ペーストは、プリント配線板のスルーホール形成に使用されている徳力化学研究所製のソルベストPS603Dを使用した。この導電ペーストは、銀／鉛ペーストであり、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素、アルミナからなる金属酸化物（それぞれの重量比率は、5／55／10／25／5）を銀100重量部に対して7.5重量部含むものであった。

また、銀の形状は平均粒径4.5 μmでリン片状のものであった。

【0110】

（7）導電ペーストを印刷した板状体を780℃で加熱焼成して、導電ペースト中の銀、鉛を焼結させるとともにセラミック基板に焼き付けた。さらに硫酸ニッケル30 g/l、ほう酸30 g/l、塩化アンモニウム30 g/lおよびロッシェル塩60 g/lを含む水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に板状体を浸漬して、銀の焼結体15の表面に厚さ1 μm、ホウ素の含有量が1重量%以下のニッケル層を析出させた。この後、板状体に、120℃で3時間アニーリング処理



を施した。

銀の焼結体からなる抵抗発熱体は、厚さが $5\mu\text{m}$ 、幅 $2.4\text{mm}$ であり、面積抵抗率が $7.7\text{m}\Omega/\square$ であった。

#### 【0111】

(8) 次に、セラミック基板にスルーホール16を露出させるための袋孔を設けた。この袋孔にNi-Au合金(Au81.5重量%、Ni18.4重量%、不純物0.1重量%)からなる金ろうを用い、 $970^{\circ}\text{C}$ で加熱リフローしてコパール製の外部端子ピンを接続させた。また、抵抗発熱体に半田(スズ9/鉛1)を介してコパール製の外部端子ピンを形成した。

#### 【0112】

(9) 次に、温度制御のための複数熱電対を凹部に埋め込み、静電チャックを得た。

得られた静電チャックについて、 $450^{\circ}\text{C}$ での反り量、昇温時間、表面の温度均一性および酸素量を調べた。その結果を表3に示した。

#### 【0113】

(実施例11) ウエハプロバ201(図6参照)の製造

(1) 窒化アルミニウム粉末(トクヤマ社製、平均粒径 $1.1\mu\text{m}$ )100重量部、イットリア(平均粒径 $0.4\mu\text{m}$ )4重量部、実施例1で得られた非晶質カーボン0.9重量部、および、1-ブタノールおよびエタノールからなるアルコール53重量部を混合して得た混合組成物を、ドクターブレード法を用いて成形し、厚さ $0.47\text{mm}$ のグリーンシートを得た。

#### 【0114】

(2) 次に、このグリーンシートを $80^{\circ}\text{C}$ で5時間乾燥させた後、パンチングにて発熱体と外部端子ピンと接続するためのスルーホール用の貫通孔を設けた。

#### 【0115】

(3) 平均粒子径 $1\mu\text{m}$ のタングステンカーバイド粒子100重量部、アクリル系バインダ3.0重量部、 $\alpha$ -テルピネオール溶媒3.5重量および分散剤0.3重量部を混合して導電性ペーストAとした。

また、平均粒子径 $3\mu\text{m}$ のタングステン粒子100重量部、アクリル系バインダ

1. 9重量部、 $\alpha$ -テルピネオール溶媒を3.7重量部、分散剤0.2重量部を混合して導電性ペーストBとした。

【0116】

次に、グリーンシートに、この導電性ペーストAを用いたスクリーン印刷で、格子状のガード電極用印刷体、グランド電極用印刷体を印刷した。

また、端子ピンと接続するためのスルーホール用の貫通孔に導電性ペーストBを充填した。

【0117】

さらに、印刷されたグリーンシートおよび印刷がされていないグリーンシートを50枚積層して130℃、 $80\text{ kg/cm}^2$ の圧力で一体化することにより積層体を作製した。

【0118】

(4) 次に、この積層体を窒素ガス中で600℃で5時間脱脂し、1890℃、圧力 $150\text{ kg/cm}^2$ で3時間ホットプレスし、厚さ3mmの窒化アルミニウム板状体を得た。得られた板状体を、直径300mmの円形状に切り出してセラミック製の板状体とした。スルーホール16の大きさは、直径0.2mm、深さ0.2mmであった。

【0119】

また、ガード電極45、グランド電極46の厚さは $10\text{ }\mu\text{m}$ 、ガード電極45の形成位置は、ウエハ処理面から1mm、グランド電極46の形成位置は、ウエハ処理面から1.2mmであった。また、ガード電極45およびグランド電極46の導体非形成領域46aの1辺の大きさは、0.5mmであった。

【0120】

(5) 上記(4)で得た板状体を、ダイヤモンド砥石で研磨した後、マスクを載置し、SiC等によるブラスト処理で表面に熱電対のための凹部およびウエハ吸着用の溝47(幅0.5mm、深さ0.5mm)を設けた。

【0121】

(6) さらに、ウエハ処理面に対向する面に発熱体49を形成するための層を印刷した。印刷は導電ペーストを用いた。導電ペーストは、プリント配線板のスル

ーホール形成に使用されている徳力化学研究所製のソルベストPS603Dを使用した。この導電ペーストは、銀／鉛ペーストであり、酸化鉛、酸化亜鉛、シリカ、酸化ホウ素、アルミナからなる金属酸化物（それぞれの重量比率は、5／55／10／25／5）を銀100重量部に対して7.5重量部含むものであった。

また、銀の形状は平均粒径4.5  $\mu\text{m}$ でリン片状のものであった。

#### 【0122】

(7) 導電ペーストを印刷したヒータ板を780℃で加熱焼成して、導電ペースト中の銀、鉛を焼結させるとともにセラミック基板43に焼き付けた。さらに硫酸ニッケル30g／l、ほう酸30g／l、塩化アンモニウム30g／lおよびロッシェル塩60g／lを含む水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴にヒータ板を浸漬して、銀の焼結体49の表面に厚さ1  $\mu\text{m}$ 、ホウ素の含有量が1重量％以下のニッケル層（図示せず）を析出させた。この後、ヒータ板は、120℃で3時間アニーリング処理を施した。

銀の焼結体からなる発熱体は、厚さが5  $\mu\text{m}$ 、幅2.4mmであり、面積抵抗率が7.7  $\text{m}\Omega/\square$ であった。

#### 【0123】

(8) 溝47が形成された面に、スパッタリング法により、順次、チタン層、モリブデン層、ニッケル層を形成した。スパッタリングのための装置は、日本真空技術株式会社製のSV-4540を使用した。スパッタリングの条件は気圧0.6Pa、温度100℃、電力200Wであり、スパッタリング時間は、30秒から1分の範囲内で、各金属によって調整した。

得られた膜の厚さは、蛍光X線分析計の画像から、チタン層は0.3  $\mu\text{m}$ 、モリブデン層は2  $\mu\text{m}$ 、ニッケル層は1  $\mu\text{m}$ であった。

#### 【0124】

(9) 硫酸ニッケル30g／l、ほう酸30g／l、塩化アンモニウム30g／lおよびロッシェル塩60g／lを含む水溶液からなる無電解ニッケルめっき浴に、上記(8)で得られたセラミック板を浸漬し、スパッタリングにより形成された金属層の表面に厚さ7  $\mu\text{m}$ 、ホウ素の含有量が1重量％以下のニッケル層を

析出させ、120℃で3時間アニーリングした。

発熱体表面は、電流を流さず、電解ニッケルめっきで被覆されない。

#### 【0125】

さらに、表面にシアン化金カリウム2g/1、塩化アンモニウム75g/1、クエン酸ナトリウム50g/1および次亜リン酸ナトリウム10g/1を含む無電解金めっき液に、93℃の条件で1分間浸漬し、ニッケルめっき層上に厚さ1μmの金めっき層を形成した。

#### 【0126】

(10) 溝47から裏面に抜ける空気吸引孔48をドリル加工により形成し、さらにスルーホール16を露出させるための袋孔(図示せず)を設けた。この袋孔にNi-Au合金(Au81.5重量%、Ni18.4重量%、不純物0.1重量%)からなる金ろうを用い、970℃で加熱リフローしてコパール製の外部端子ピンを接続させた。また、発熱体に半田(スズ90重量%/鉛10重量%)を介してコパール製の外部端子ピンを形成した。

#### 【0127】

(11) 次に、温度制御のための複数熱電対を凹部に埋め込み、ウエハプロバヒータ201を得た。

得られたウエハプロバヒータ201について、200℃での反り量、昇温時間および酸素量を調べた。その結果を表3に示した。

#### 【0128】

上記実施例及び試験例に係るセラミック基板は、以下の方法により評価を行った。

### 評価方法

#### (1) 表面温度の均一性

サーモピュア(日本データム社製 IR162012-0012)を用いて、セラミック基板のウエハ処理面における各場所での温度を測定し、最低温度と最高温度との温度差を求めた。

#### 【0129】

#### (2) 昇温特性

4 5 0℃まで昇温するために必要な時間を測定した。

(3) 反り量

4 5 0℃まで昇温して、5 k g の荷重をかけた後、2 5℃まで冷却し、形状測定器（京セラ社製 ナノウエイ）を用いて、反り量を測定した。

【0 1 3 0】

(4) 酸素含有量

実施例にかかる焼結体と同条件で焼結させた試料をタングステン乳鉢で粉碎し、これの0. 0 1 g を採取して試料加熱温度2 2 0 0℃、加熱時間3 0 秒の条件で酸素・窒化同時分析装置（LECO社製 TC-1 3 6 型）で測定した。

【0 1 3 1】

【表 1】

実施例No	直径 (mm)	厚さ (mm)	発熱体 形成位置	反り量 ( $\mu$ m)	昇温時間 (秒)	温度均一性 ( $^{\circ}$ C)	酸素量 (wt%)
実施例 1	280	19	裏面	5	160	5	1.6
実施例 2	310	5	裏面	10	96	4	1.6
実施例 3	350	3	裏面	10	90	4	1.6
試験例 1	240	5	裏面	10	90	4	1.6
試験例 2	310	30	裏面	5	1000	10	1.6
試験例 3	300	17	裏面から33%	30	1000	10	<0.05
試験例 4	240	5	なし	10			
試験例 5	310	30	なし	10			
試験例 6	300	17	なし	70			

【0132】

【表 2】

実施例No	直径 (mm)	厚さ (mm)	発熱体形成位置	反り量 ( $\mu$ m)	昇温時間 (分)	温度均一性 ( $^{\circ}$ C)
実施例 4	280	19	裏面から45%	10	30	15
実施例 5	310	5	裏面から33%	10	20	10
実施例 6	350	3	裏面から20%	10	20	10
試験例 7	240	5	裏面から33%	10	20	10
試験例 8	310	30	裏面から33%	5	50	20
試験例 9	300	17	裏面から33%	30	—	—
試験例10	240	5	なし	10		
試験例11	310	30	なし	10		
試験例12	300	17	なし	50		
試験例13	300	5	裏面から50%	20	30	20
試験例14	300	5	裏面から66%	50	30	20

【0133】

【表3】

実施例No	直径 (mm)	厚さ (mm)	発熱体形成位置	反り量 ( $\mu\text{m}$ )	昇温時間 (秒)	温度均一性 ( $^{\circ}\text{C}$ )	酸素量 (重量%)
実施例7	280	19	裏面から45%	10	200	7	0.4
実施例8	310	5	裏面から33%	10	96	4	0.8
実施例9	350	3	裏面から20%	10	90	4	1.6
実施例10	300	3	裏面	10	90	3	1.6
実施例11	300	3	裏面	8	60	—	1.6
試験例15	240	5	裏面から33%	10	90	4	1.6
試験例16	310	30	裏面から33%	5	1000	10	1.6
試験例17	300	17	裏面から33%	30	1000	10	<0.05
試験例18	240	5	なし	10			
試験例19	310	30	なし	10			
試験例20	300	17	なし	80			
試験例21	300	5	裏面から50%	20	90	7	1.6
試験例22	300	5	裏面から66%	80	90	10	1.6
試験例23	300	5	裏面から33%	80	110	10	<0.05
試験例24	300	5	裏面から33%	50	110	10	1.6

【0134】

表1～3に示した結果より明らかなように、実施例に係るホットプレート等のセラミック基板では、昇温時間が短く、温度追従性に優れるとともに、表面の温度



均一性にも優れる。また、高温での反り量を小さくすることができる。

【0135】

【発明の効果】

以上説明のように、本願発明のでは、上記セラミック基板の厚さが25mm以下であるので、実用的に均一な温度分布をウエハ処理面に与えることができ、例えば、半導体ウエハ等を載置した際に、ウエハ処理面の温度の不均一性に起因する破損等を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の半導体製造・検査装置用セラミック基板の一実施形態である静電チャックを模式的に示す縦断面図である。

【図2】

図1に示した静電チャックのA-A線断面図である。

【図3】

図1に示した静電チャックのB-B線断面図である。

【図4】

静電チャックの静電電極の一例を模式的に示す断面図である。

【図5】

静電チャックの静電電極の一例を模式的に示す断面図である。

【図6】

本発明のセラミック基板の一実施形態であるウエハプローバを模式的に示す断面図である。

【図7】

図6に示したウエハプローバにおけるA-A線断面図である。

【図8】

(a)～(d)は、静電チャックの製造工程の一部を模式的に示す断面図である。

【図9】

本発明のセラミック基板の一実施形態であるホットプレートを模式的に示す断面

図である。

【符号の説明】

101 静電チャック

1、43 セラミック基板

2、22、32a、32b チャック正極静電層

3、23、33a、33b チャック負極静電層

2a、3a 半円弧状部

2b、3b 櫛歯部

4 セラミック誘電体膜

5、49 抵抗発熱体

6、18 外部端子ピン

9 シリコンウエハ

11 有底孔

12 貫通孔

16 スルーホール

42 チャックトップ導体層

45 ガード電極

46 グランド電極

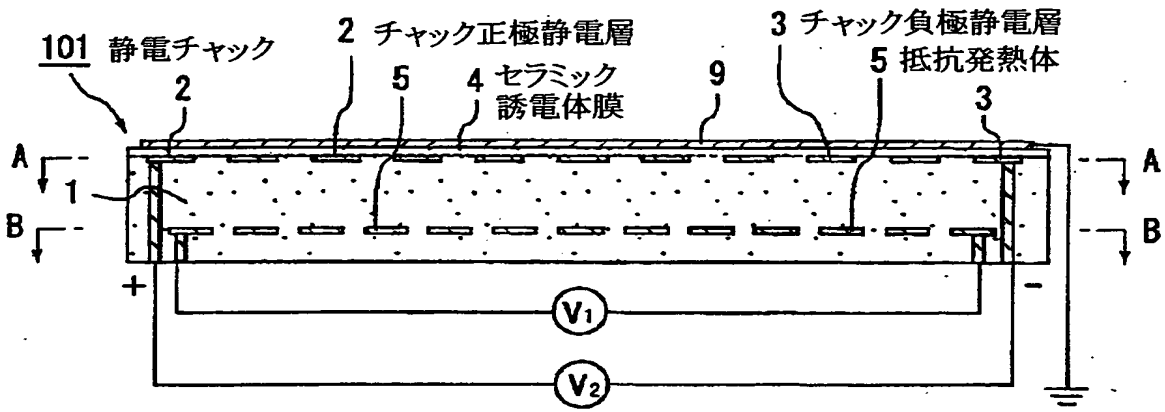
47 溝

48 吸引孔

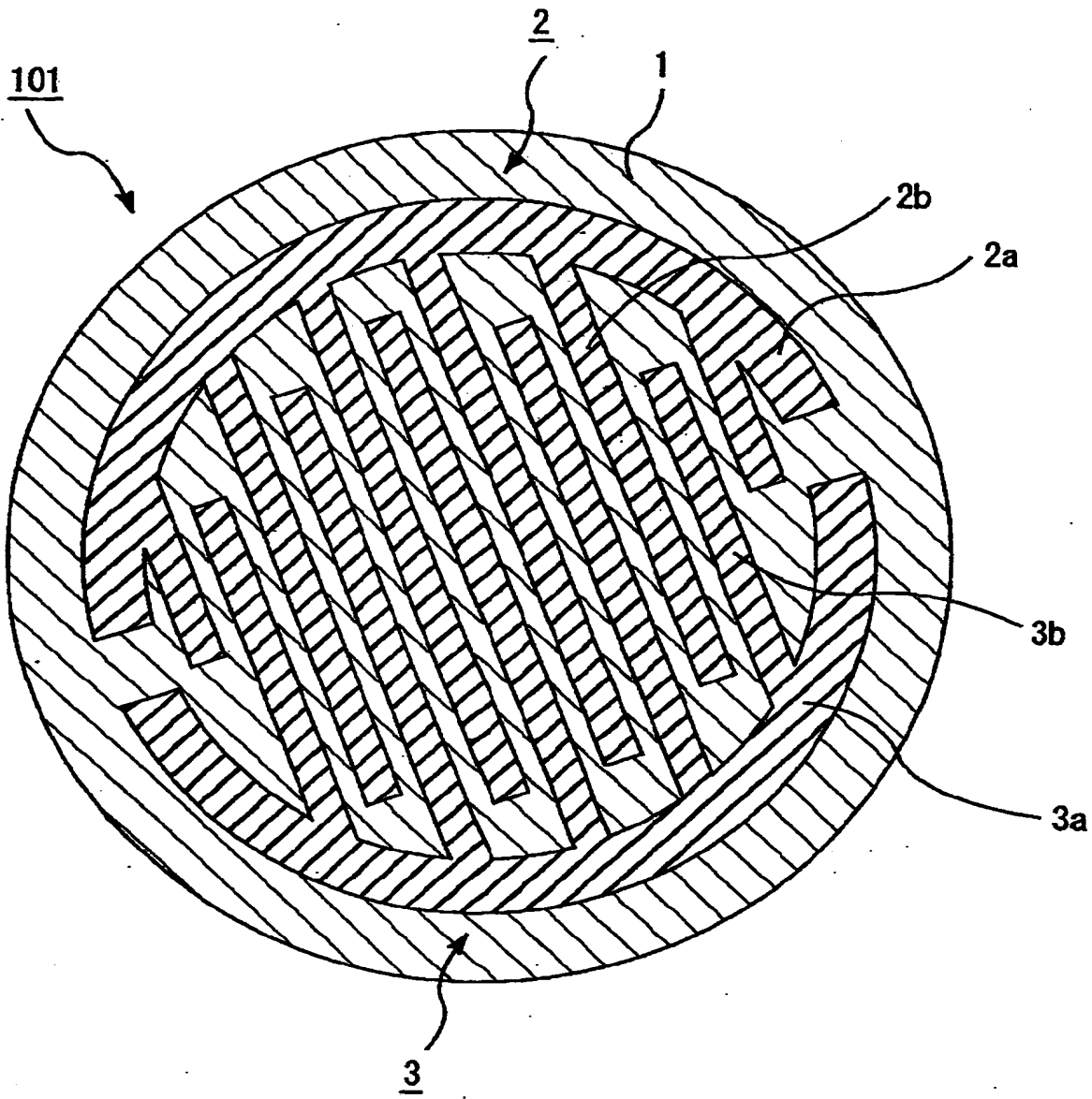
【書類名】

図面

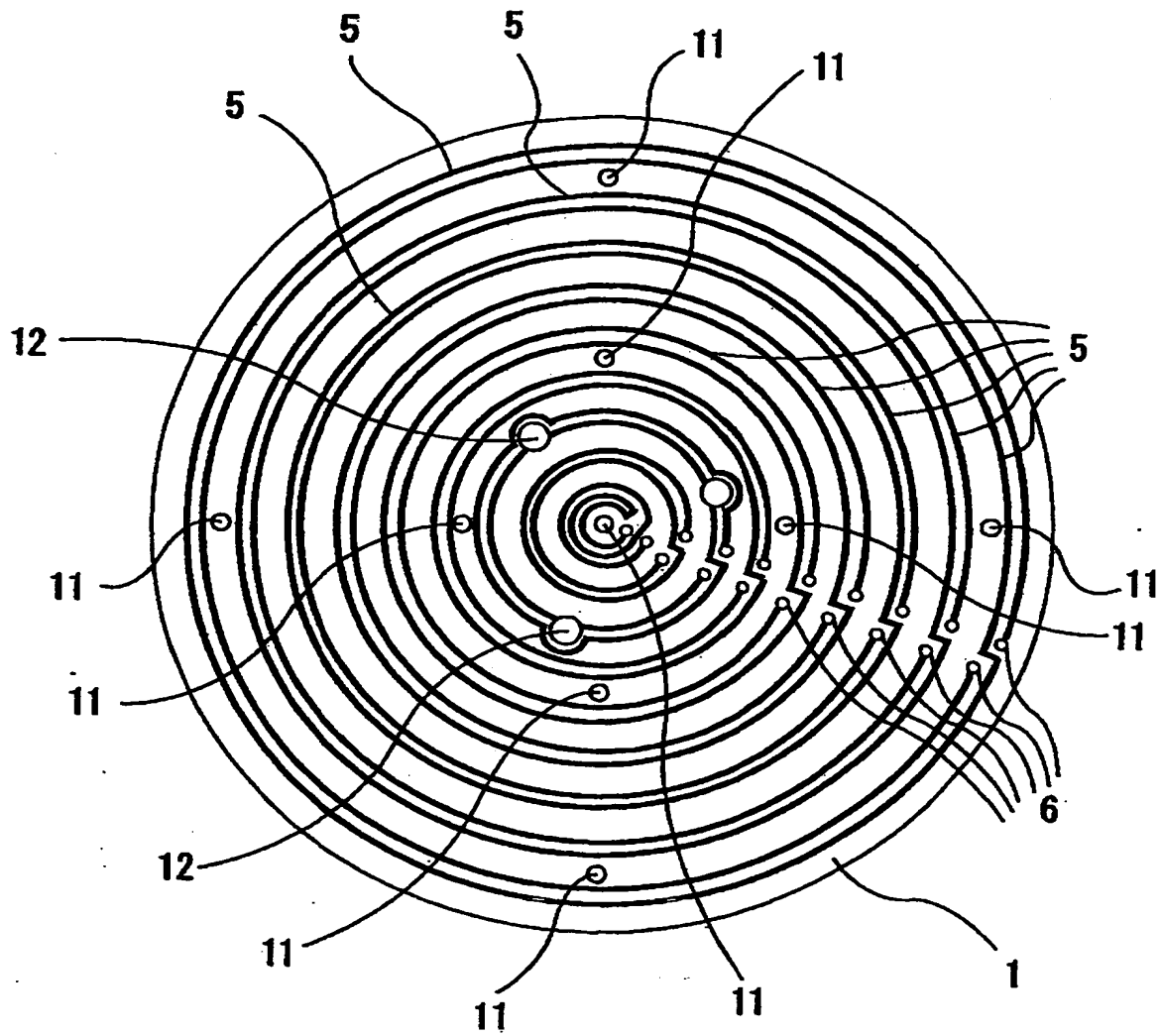
【図 1】



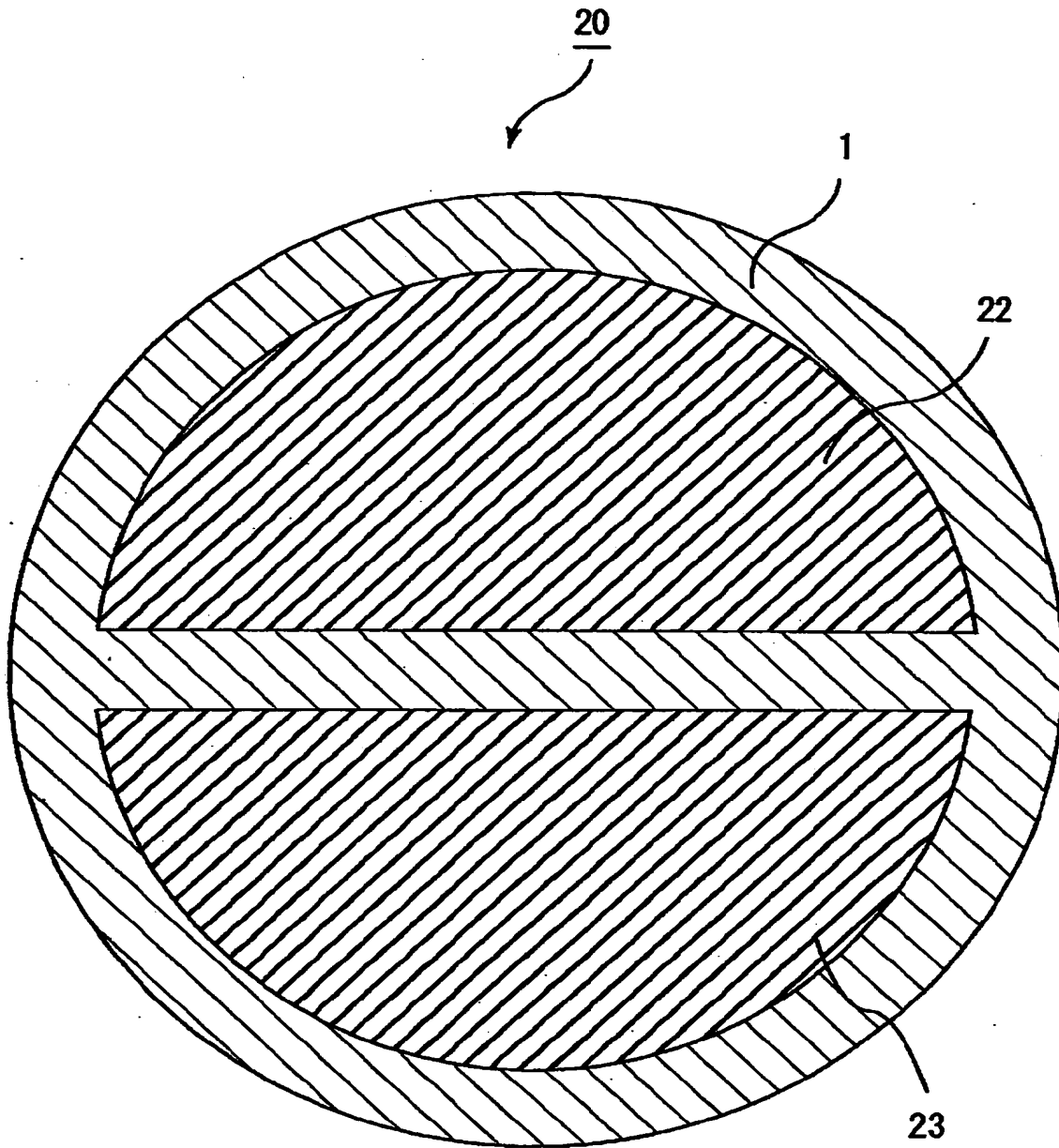
【図 2】



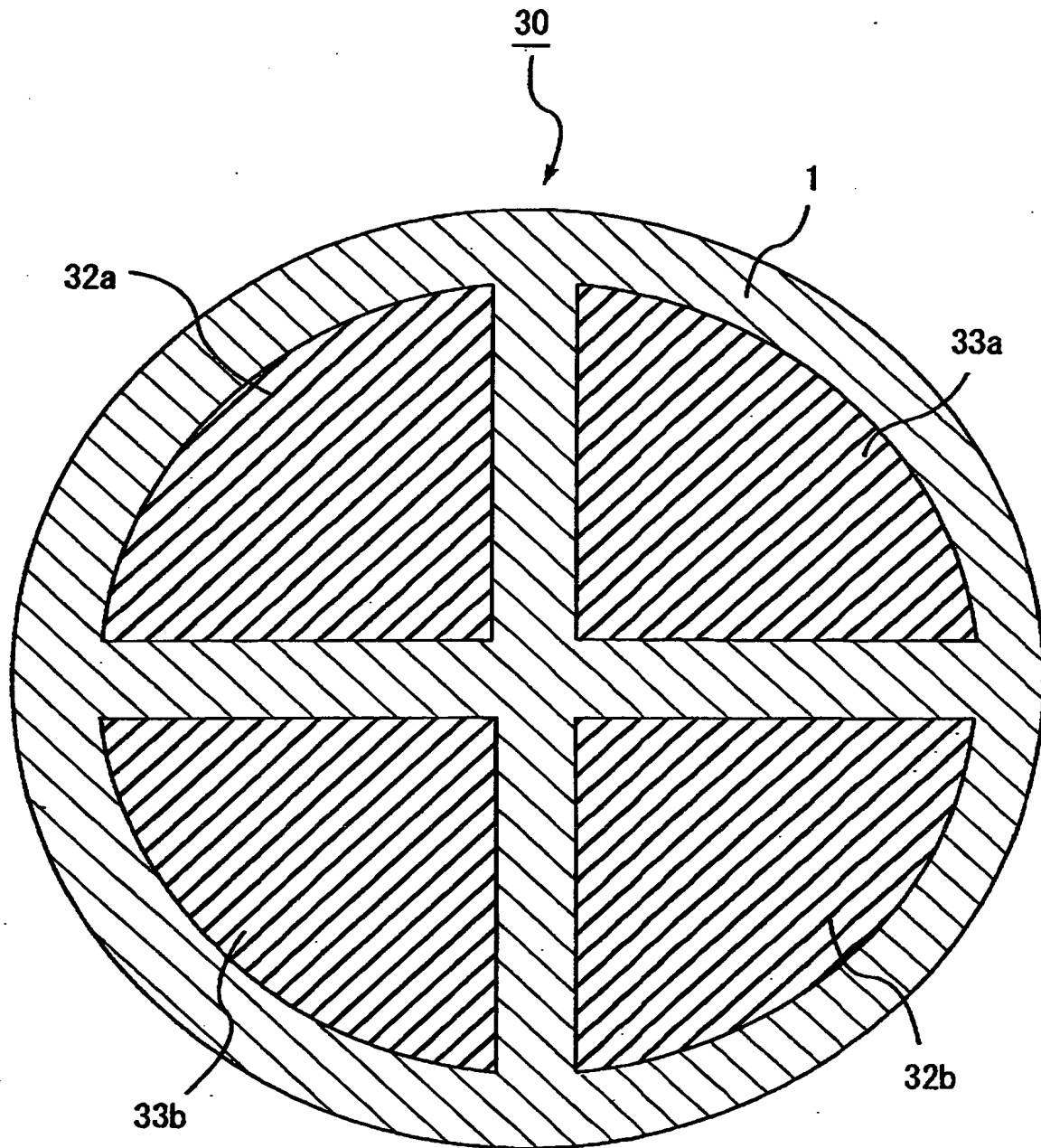
【図 3】



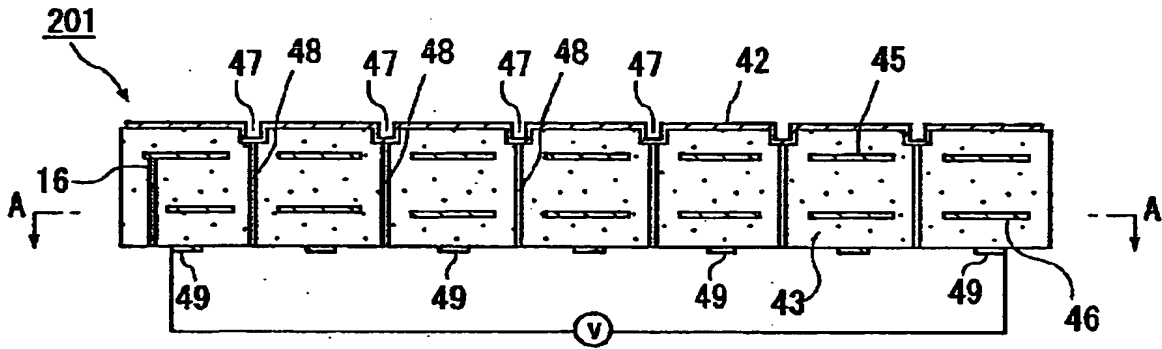
【図4】



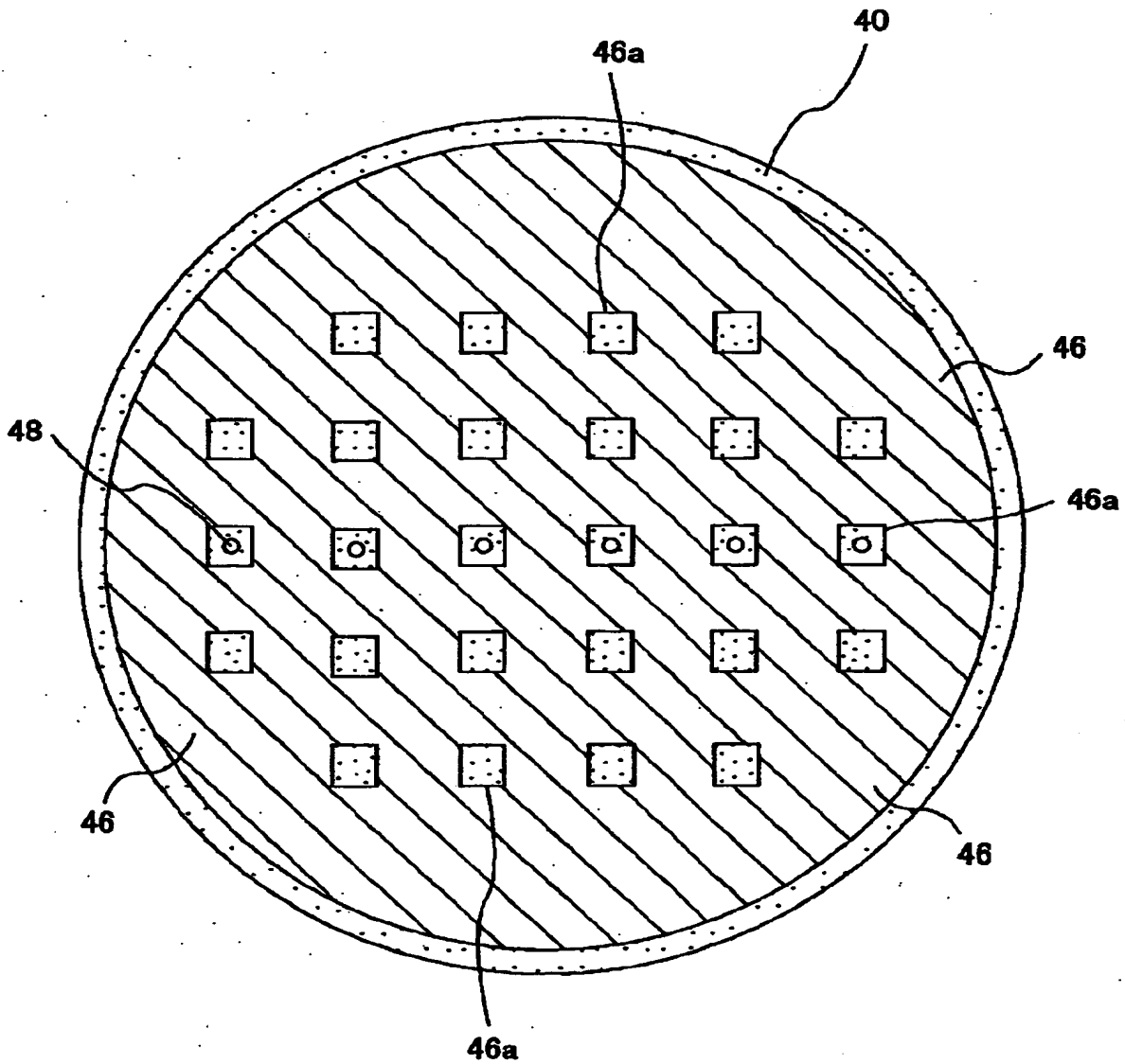
【図5】



【図 6】

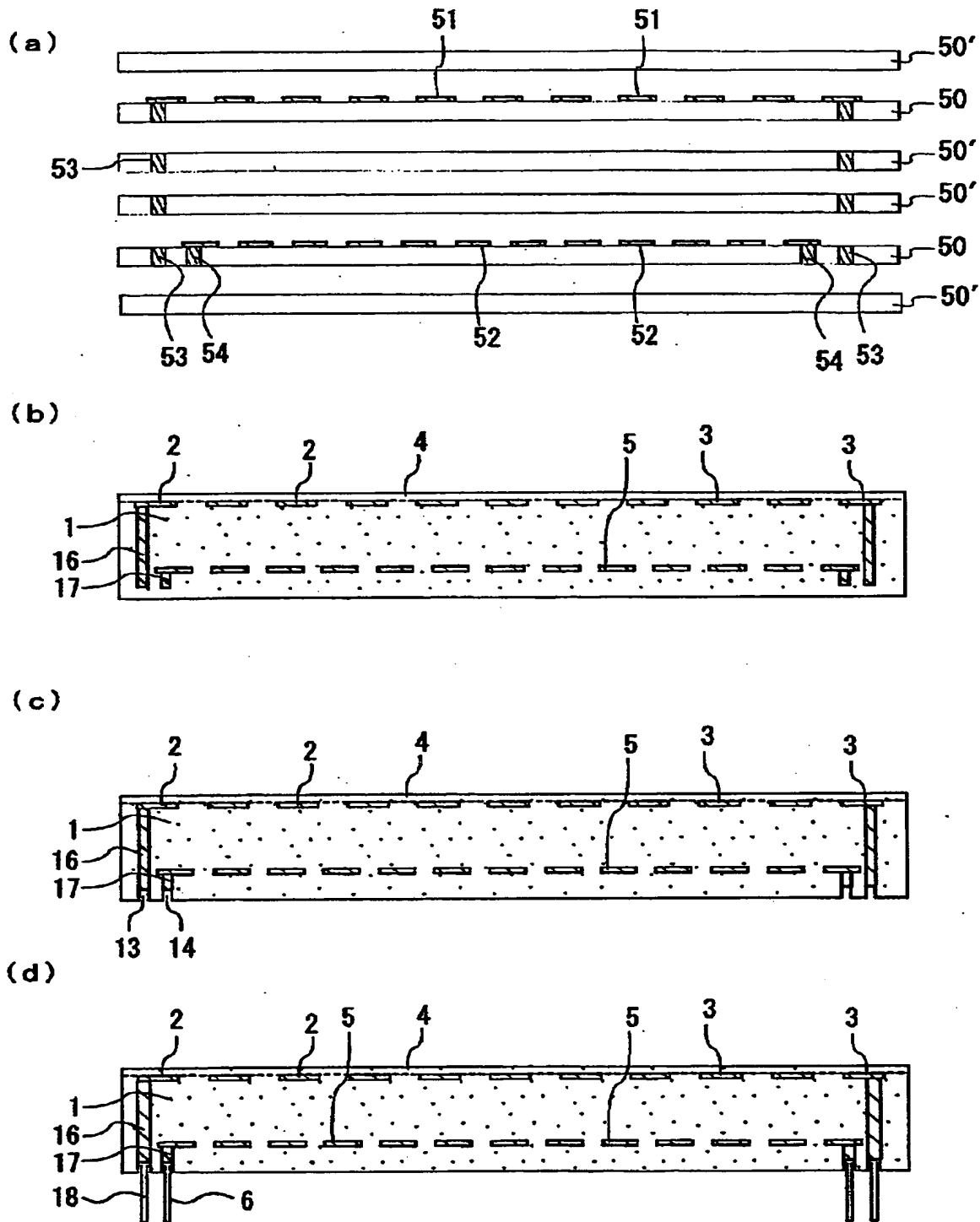


【図 7】

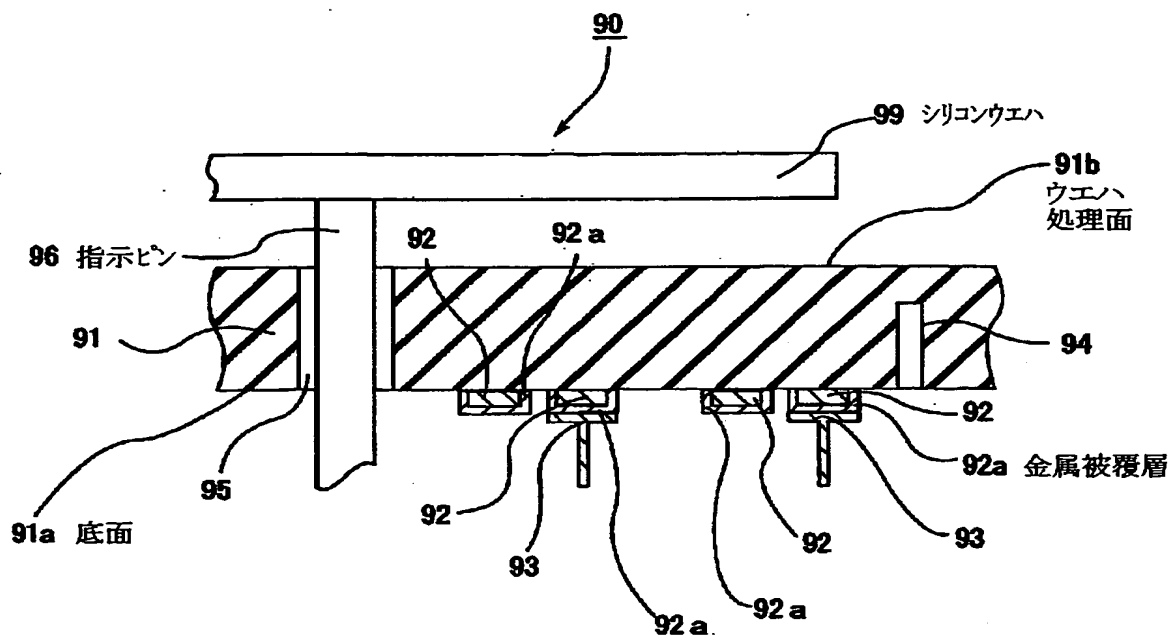




【図 8】



【図 9】



【書類名】                      要約書

【要約】

【課題】    実用的に均一な温度分布をセラミック基板の半導体ウエハを処理する面に与えることができるセラミック基板を提供する。

【解決手段】    セラミック基板の内部に導電体を有するセラミック基板において、前記セラミック基板は酸素を含有し、そのセラミック基板は円板状であり、その直径は250mmを超え、その厚さは25mm以下であることを特徴とするセラミック基板。

【選択図】                      図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-030896
受付番号	50000141141
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成12年 2月10日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年 2月 8日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000000158]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住 所

岐阜県大垣市神田町2丁目1番地

氏 名

イビデン株式会社

THIS PAGE BLANK (user)